

DETECCIÓN DEL ROSTRO HUMANO, ESTIMACIÓN DE SU POSE Y DE SU MIRADA

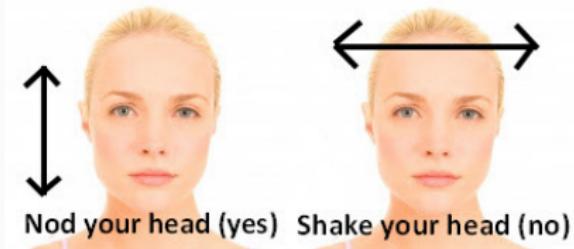
Avances de Tesis

Rajiv González

22 de abril de 2017

Maestría en Ciencias de la Computación, UADY

- ¿Por qué una persona mueve su cabeza?
- Importancia de conocer la posición y orientación
- Mediante imágenes capturas de personas es posible conocer la posición y orientación de su cabeza.



Detectar el rostro de las personas y estimar su pose mediante una cámara monocular con el objetivo de inferir la región que estén mirando en un plano virtual enfrente de ellas.

¿Qué es la estimación de la pose de una cabeza?

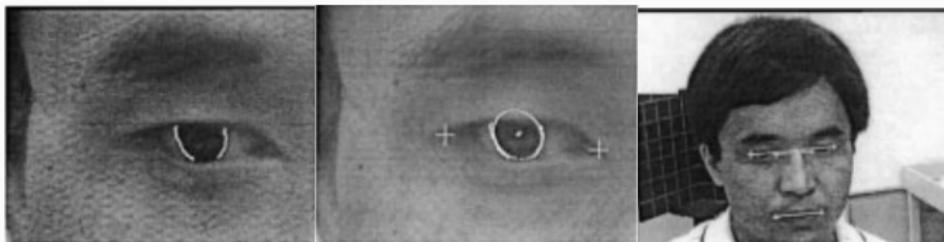
Visión computacional

Es el proceso de inferir la orientación y la posición de una cabeza humana a partir de imágenes [Murphy et al, 2009].



Aspectos a tomar en cuenta

- Previamente se debió haber localizado el rostro.
- La cabeza humana puede ser modelada como un objeto rígido.
- Marco de referencia centrado en la cámara.
- Para estimar la mirada con precisión se debe complementar con un sistema seguidor de ojos, [Wang et al, 2009].

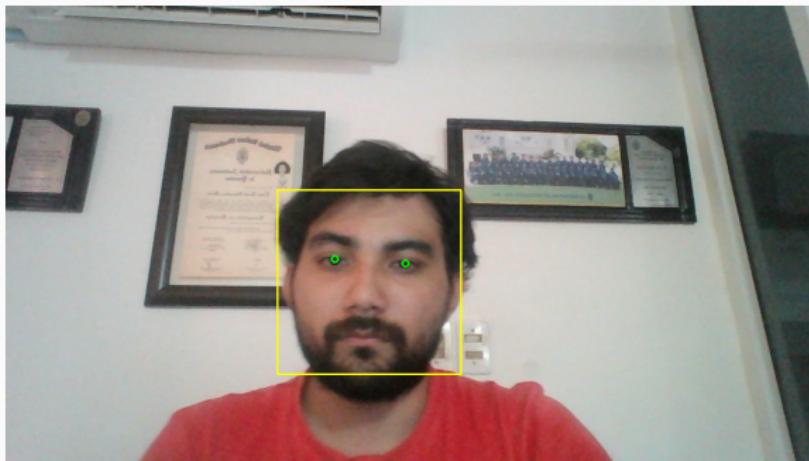


Etapas del desarrollo del proyecto de tesis

- Localizar el rostro en la imagen
- Geometría del lugar de experimentación
 - Relación entre la ubicación de la cabeza de la persona y la región que está observando
 - Graficación de posibles casos
- Diseño y fabricación de tarjeta de adquisición de datos
- Algoritmo generador de mejores posiciones (puntos 3d) en la escena
- Proyección de puntos en el plano del piso
 - Descomposición de la matriz H para hallar la R y T , y el plano
 - Optimización con Levenberg-Marquardt
 - Reproyección de puntos e intersección con el plano
- Captura de datos
- Red Neuronal
- Experimentos y resultados

Localizar rostros en la imagen

OpenBR

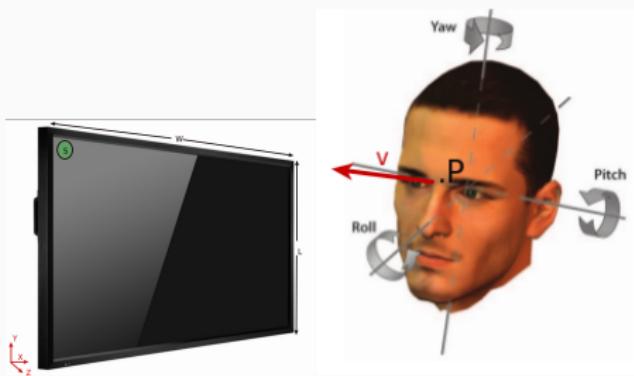


Geometría del lugar de experimentación

Relación entre la ubicación de la cabeza de la persona y la región que está observando

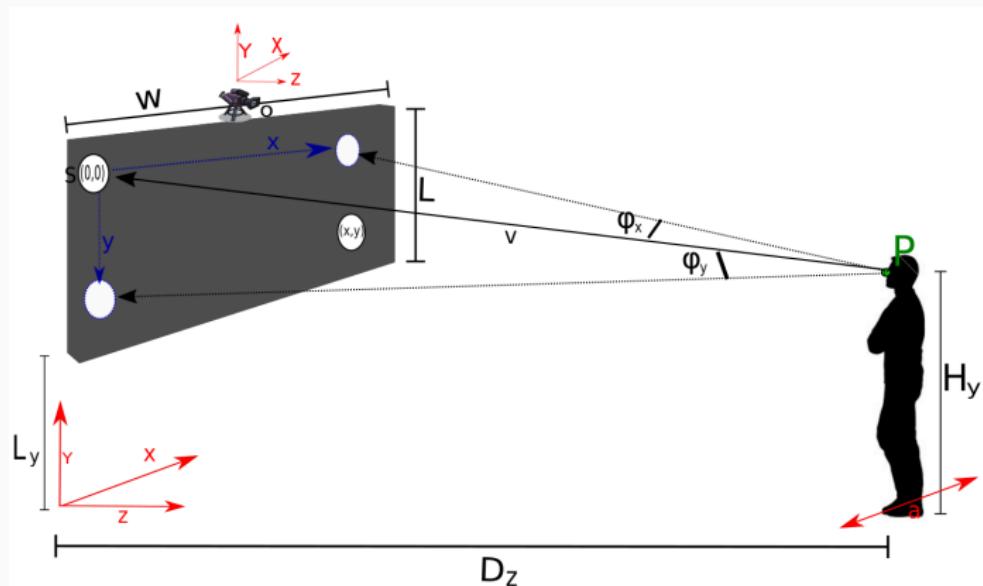
Encontrar la posición de la persona y de lo que mira en pantalla con respecto a la cámara. Parámetros a considerar:

- Estatura de la persona
- Dimensiones de la pantalla donde se desplegará la figura
- Distancia de la cámara a la pantalla (eje Y)
- Distancia de la pantalla(eje Y) al plano del piso



Geometría del lugar de experimentación

Relación entre la ubicación de la cabeza de la persona y la región que está observando

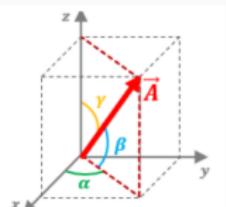


$$S = [S_x, S_y, S_z]^T = [x - W/2, -(c_y + y), 0]^T \quad (1)$$

$$P = [P_x, P_y, P_z]^T = [a, -(L_y + L - H_y), D_z]^T \quad (2)$$

Geometría del lugar de experimentación

- Ecuaciones que describen el desplazamiento de la figura en pantalla y la mirada de la persona: ϕ_x y ϕ_y
- Cosenos directores



$$\cos(\phi_y) = \frac{\vec{v}_y}{|\vec{v}|} \quad (3)$$

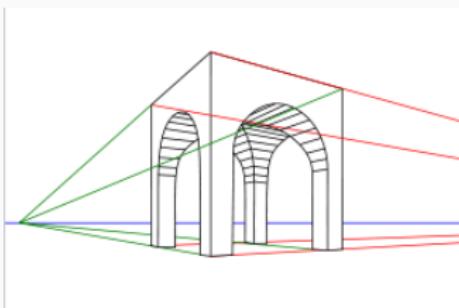
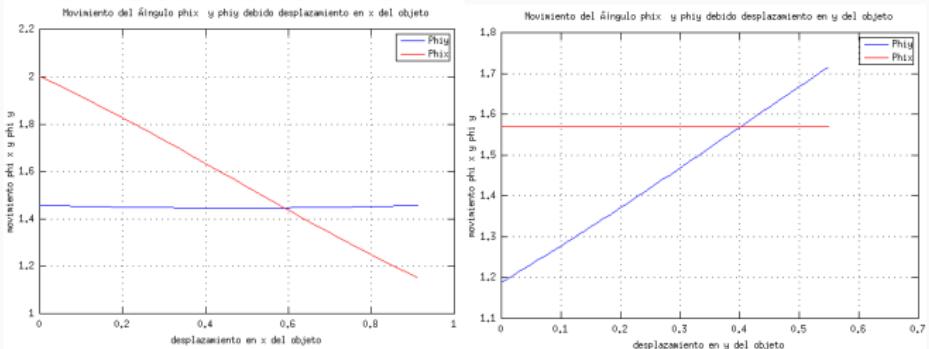
$$\cos(\phi_x) = \frac{\vec{v}_x}{|\vec{v}|} \quad (4)$$

$$\phi_y = \cos^{-1}\left(\frac{-c_y - y + (L_y + L - H_y)}{\sqrt{(x - \frac{w}{2} - a)^2 + (-c_y - y + (L_y + L - H_y))^2 + (-D_z)^2}}\right) \quad (5)$$

$$\phi_x = \cos^{-1}\left(\frac{x - \frac{w}{2} - a}{\sqrt{(x - \frac{w}{2} - a)^2 + (-c_y - y + (L_y + L - H_y))^2 + (-D_z)^2}}\right) \quad (6)$$

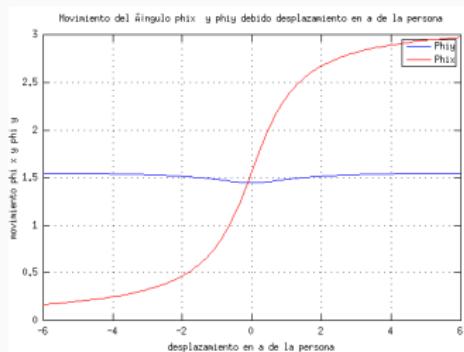
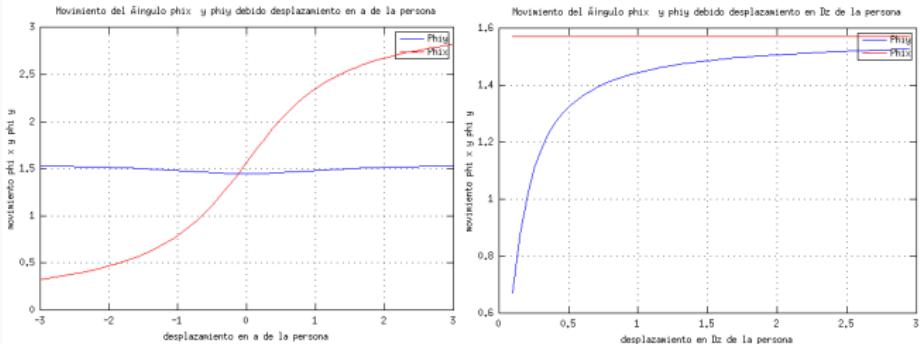
Geometría del lugar de experimentación

Graficación de posibles casos

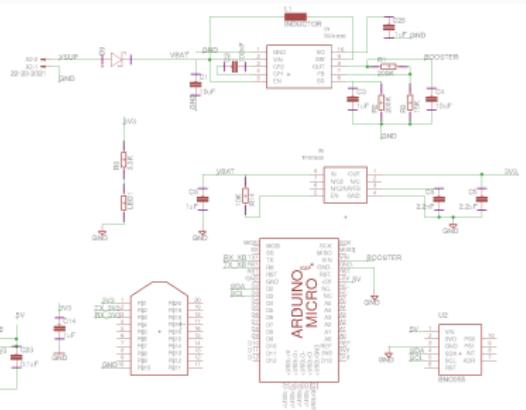
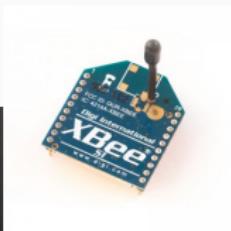
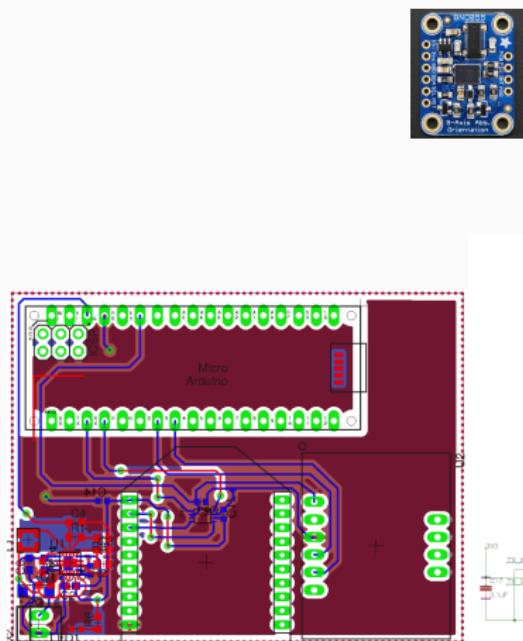


Geometría del lugar de experimentación

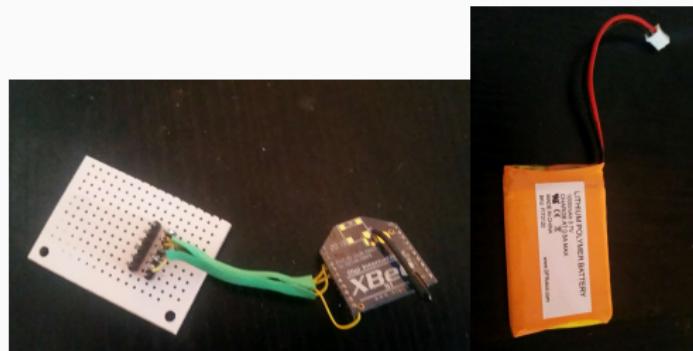
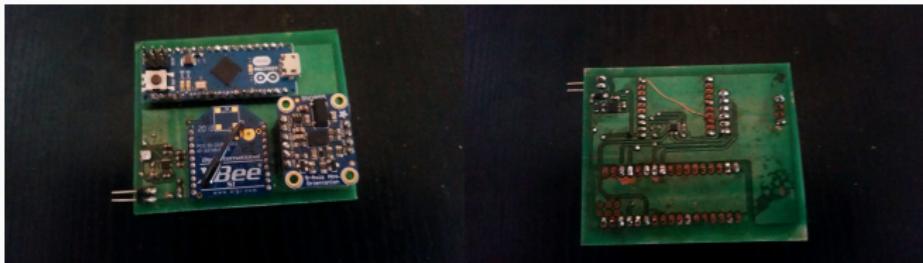
Graficación de posibles casos



Tarjeta de adquisición de datos

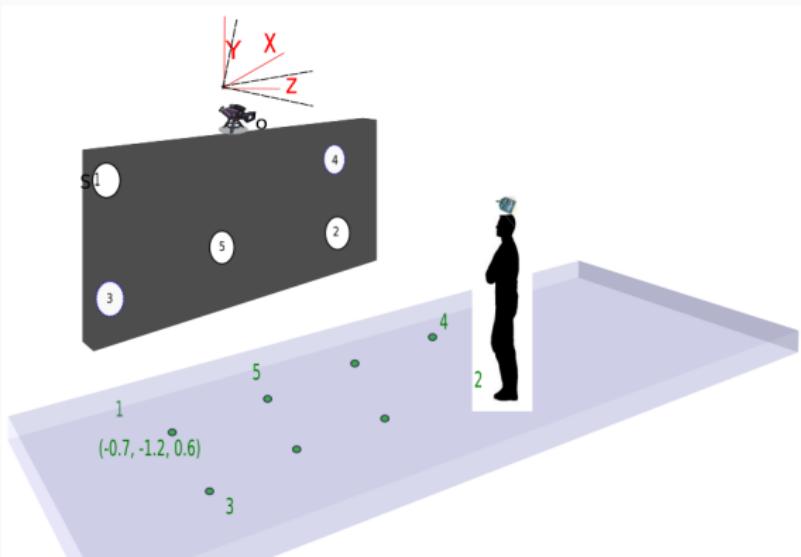


Tarjeta de adquisición de datos



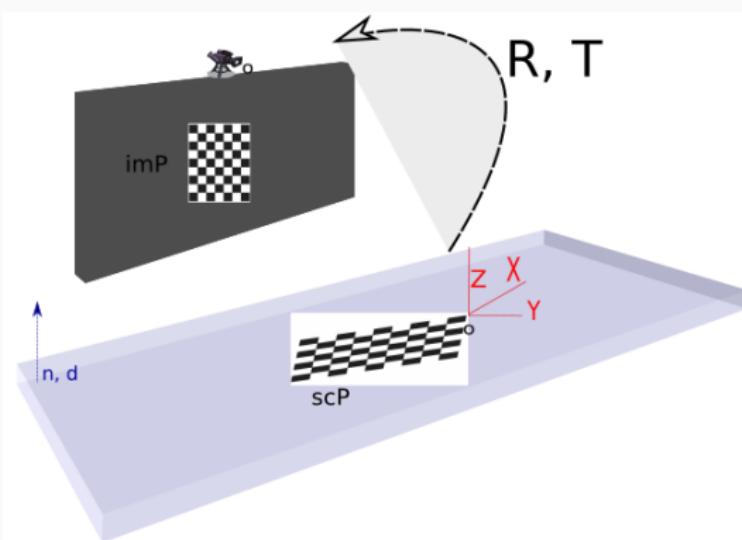
Algoritmo generador de mejores posiciones

- Se toman en cuenta todos los parámetros: W, P, S, L, H...
- A cada posición de la figura en pantalla le corresponden dos posiciones en el plano del piso(dos poses de la cabeza)
- El algoritmo genera las posiciones en pantalla y en el plano del piso más significativos
- El marco de referencia está rotado



Proyección de puntos en el plano del piso

El primer paso es conocer dónde se encuentra la cámara con respecto al plano del piso.



$$scP = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.12... \\ 0 & 0.12 & 0.12... \\ 0 & 0 & 0... \\ 1 & 1 & 1... \end{bmatrix}$$

Homografía

Es toda transformación proyectiva que determina una correspondencia entre dos figuras geométricas planas

A partir de la matriz H y los dos conjuntos de puntos de los planos es posible hallar la matriz de rotación.

$$scP_{3 \times 48} = H_{3 \times 3} * imP_{3 \times 48} \quad (7)$$

Proyección de puntos en el plano del piso

Descomposición de la homografía

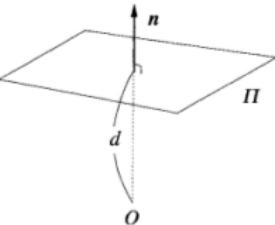


¿ R y T son correctas?

Proyección de puntos en el plano del piso

Plano del piso

Conociendo la R y T se calcula la ecuación del plano.



$$n = R * \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

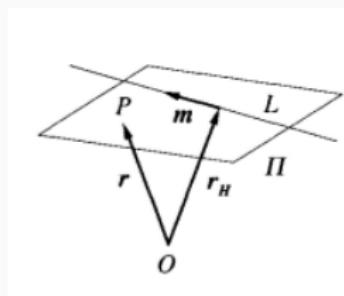
$$scPRot_1 = R * scP_1 + T \quad (8)$$

$$d = \langle N, scPRot_1 \rangle \quad (9)$$

Proyección de puntos en el plano del piso

Intersección de rectas en el plano

Verificación de R y T mediante la intersección las rectas de los puntos de la imagen proyectados con el plano del piso

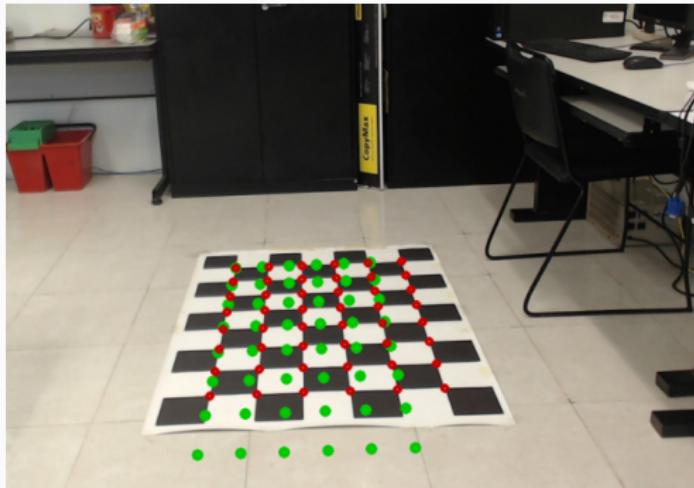


$$r = r_H + \frac{d - \langle n_{\Pi}, r_H \rangle}{\langle n_{\Pi}, m \rangle} m \quad (10)$$

Proyección de puntos en el plano del piso

Intersección de rectas en el plano

La rotación y traslación calculadas presentan bastante error



Error de 26cm en X, 2.68 en Y y 12.8 en Z

- Algoritmo Levenberg–Marquardt
- Minimización de:

$$F(p) = \frac{1}{2} \sum_1^m (f_i(p))^2 \quad (11)$$

donde $f_i : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$, $i = 1, \dots, m$ son las funciones dadas y $m \geq n$.

- Las funciones a optimizar deben tener los parámetros de R y T

$$f_{xyz}(p) = \|X_{rt} - X_{intersec}\| \quad (12)$$

$$f_{xyz}(p) = \{R * X_{scn} + T\} - \{\frac{d}{\langle n_{\Pi}, X_{img} \rangle} X_{img}\} \quad (13)$$

En problemas de optimización numérica la redundancia de las matrices de rotación es incoveniente y a menudo es preferible una representación mínima.

Fórmula de Rodrigues

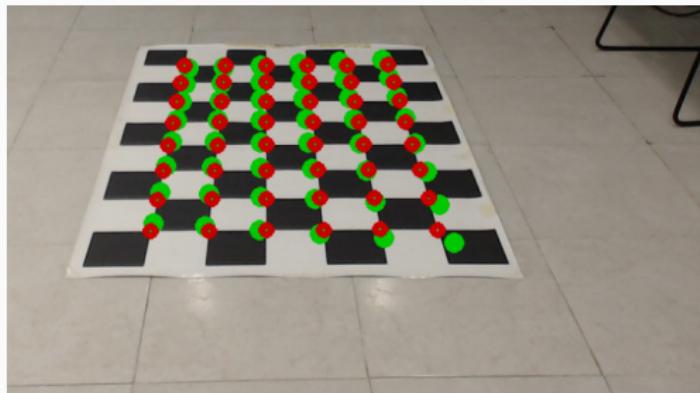
Cualquier matriz de rotación se puede realizar mediante la rotación alrededor de un eje fijo por un cierto ángulo $\|\omega\|$:

$$R = I + \frac{\hat{\omega}}{\|\omega\|} \sin(\|\omega\|) + \frac{\hat{\omega}^2}{\|\omega\|^2} (1 - \cos(\|\omega\|)) \quad (14)$$

$$p = [\omega_x, \omega_y, \omega_z, \|\omega\|, T_x, T_y, T_z] \quad (15)$$

Optimización numérica de R y T

Resultados



a

Questions?