

---

# Visión artificial y su aplicación en la Robótica

*José María Cañas, José Vélez*

*jmplaza@gsyc.urjc.es*



*TechFest URJC*

---

# Contenidos

- Robótica
- Visión artificial
- Visión en robótica

# Robótica

## Robótica ficción vs Robótica real



## ¿Qué es un robot? Componentes



Sistema informático con:

- Sensores
- Actuadores
- Computador

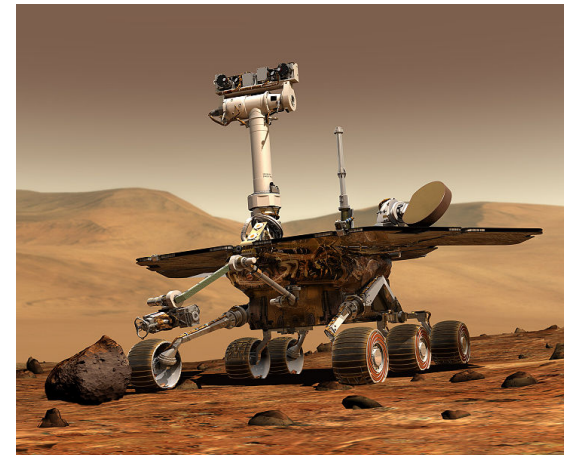
Hay que **programarlo** para que consiga sus objetivos y sea sensible a la situación.

**La inteligencia reside en su software**

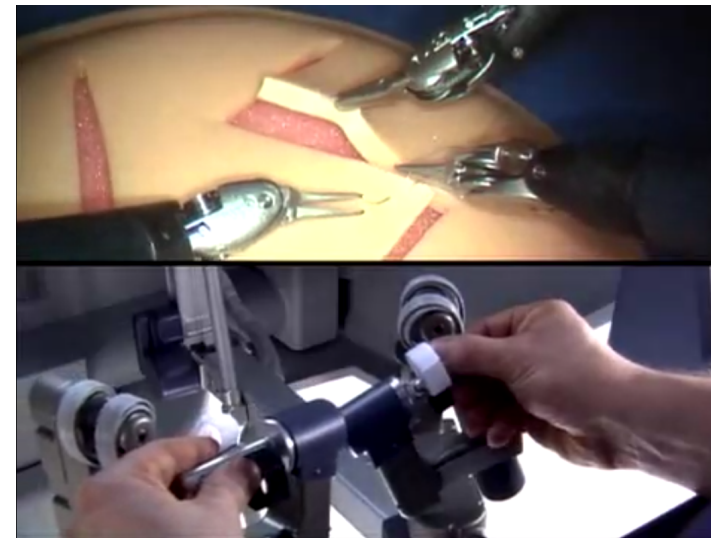


## Aplicaciones reales

- *Dull, Dirty, Dangerous*
- Industria automovilística: brazos para pintar, soldar, mover piezas...
- Coches autónomos: parking, conducción
- Gestión de almacenes: Amazon, Cofares
- Espacio: Spirit, Opportunity



- Entretenimiento: Aibo, NXT
- Usos militares, desactivación explosivos: PackBot
- Medicina: DaVinci
- Hogar: aspiradoras (Roomba...)
- Prestige, limpieza centrales nucleares
- Envasado de alimentos



## Investigación en robótica

- Generar **comportamiento autónomo** (inteligencia) en robots móviles
- A más autonomía más aplicaciones
- Multidisciplinar: electrónica, informática, psicología, etología...
- Un robot en cada casa, paralelismo con PC
- Deseos y películas van por delante de realidad, pero hay progreso real
- Prototipos, robustez

- Coches autónomos  
(Google, Toyota, Nissan, Renault...)
- Drones
- Mapas, autolocalización, navegación
- Humanoides
- Interacción con personas
- Grupos de robots: cooperativos
- Visión en robots
- Campeonatos robóticos:
  - RoboCup: fútbol, casa, rescate
  - DARPA: GrandChallenge, UrbanChallenge, DRC
  - Rockin, Mohamed Bin Zayed IRC...

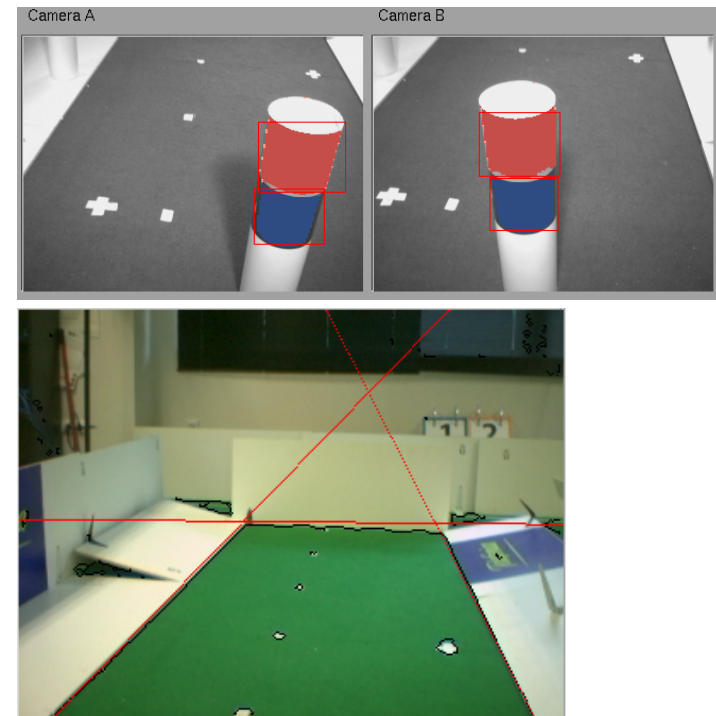


## Visión Artificial

- Campo de la informática que estudia el uso de cámaras e imágenes.
- Las cámaras “imitan” los ojos (que son mucho más sofisticados).
- Luz reflejada en los objetos pasa a por una lente hacia un “plano de imagen” formando una imagen que puede ser procesada.
- Ese procesamiento suele ser costoso computacionalmente.
- Las cámaras han venido para quedarse, ubicuas

## ¿Para qué sirve la Visión Artificial?

- Procesamiento: bordes, transformadas, color, segmentación en objetos...
- Reconocimiento de formas, caras...
- Pares estéreo, línea epipolar...
- Reconstrucción 3D, triangulación
- Software de visión: OpenCV



## Cámaras

- Sensor de luz
- CCD, CMOS
- Blanco y negro, color, IR
- Imagen, resolución
- Fotogramas Por Segundo, velocidad





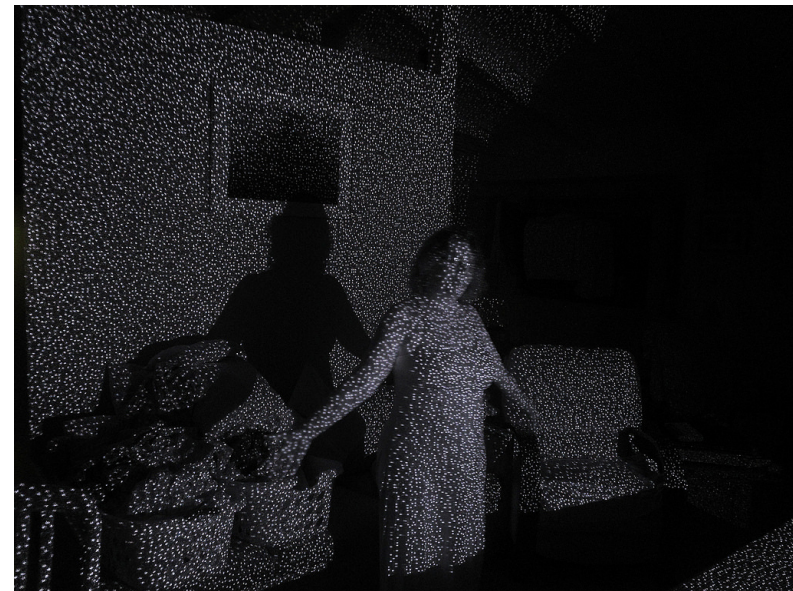
## Otras cámaras

- Cámaras en el infrarrojo
- Cámaras térmicas
- Cámaras estéreo: Bumblebee
- Real Sense (Intel)



## Cámaras RBGD

- Kinect, Xtion
- Distancia en 3D < 6m
- Nube de puntos, imagen de profundidad
- 150 euros
- Emiten un patrón de infrarrojos
- Problemas: interferencias, sol
- Proyecto Tango (Google)
- Apple compró PrimeSense



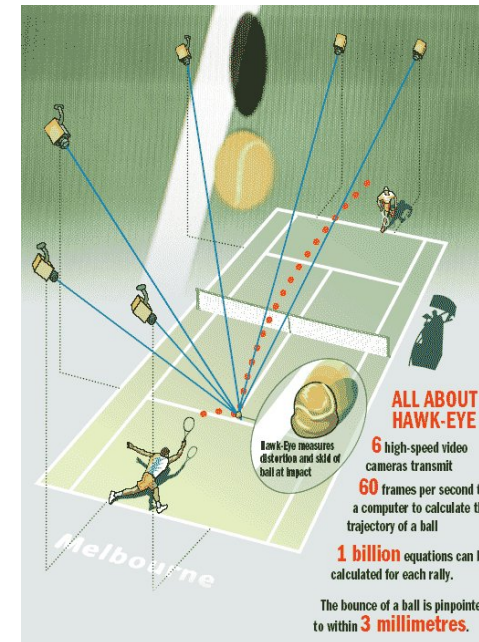
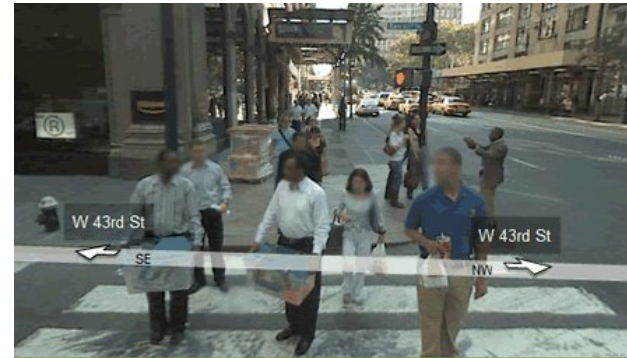
## Cámaras ToF (TimeOfFlight)

- Kinect2, PointGrey
- Miden profundidad en la dirección de cada píxel  $< 8m$
- 150 euros
- Luz laser, va y reflejo vuelve
- Muy preciso
- Project Natal (Microsoft)



## Aplicaciones

- Medicina
- OCR
- Biometría
- Emborronado de Caras en Google StreetView
- Ojo de halcón (tenis)
- MediaPro: distancia recorrida por un futbolista



## Sacar información de los píxeles es complejo





037 084 132 155 172 175 178 179 181 180 178 177 176 173 168 163 158 156 155 149 139 128 117 111 096 087 069 052 049 040 021 021  
045 108 166 190 205 209 212 215 215 214 214 212 209 205 201 198 194 189 188 181 170 163 149 142 128 119 110 092 077 073 049 028  
052 113 171 197 217 222 226 230 231 233 232 230 226 222 218 216 214 211 206 201 193 183 170 163 149 145 134 113 087 070 057 032  
049 109 163 189 206 211 219 224 229 231 232 230 226 223 219 218 216 214 209 206 202 195 185 179 170 166 149 123 088 076 060 049  
066 115 164 179 185 194 204 214 224 229 230 229 228 225 222 221 221 220 219 219 218 216 207 195 191 192 171 142 102 085 058 043  
074 131 173 176 167 154 147 156 174 199 220 227 226 226 226 226 224 224 226 222 197 173 156 158 161 165 179 157 116 096 076 048  
095 135 182 178 144 158 183 172 141 121 122 154 203 217 225 228 224 216 169 131 120 142 188 211 210 196 183 166 127 107 080 080  
120 140 187 180 161 168 174 169 168 156 136 128 157 200 220 226 217 194 147 141 154 178 182 181 185 185 185 171 131 110 097 090  
135 158 195 185 154 130 098 081 072 086 120 151 154 179 222 229 209 173 160 144 096 077 057 079 113 156 184 182 137 117 099 084  
125 170 200 189 161 109 054 110 064 075 168 132 174 170 224 237 209 181 165 149 152 082 111 127 082 155 199 187 145 125 091 061  
133 194 203 197 185 166 119 134 140 153 189 182 204 186 218 239 213 210 213 188 176 165 153 150 187 213 213 190 151 130 074 043  
149 185 207 200 196 193 181 176 185 195 209 223 218 189 218 239 215 215 230 221 210 206 201 208 217 222 213 189 153 140 070 075  
184 195 209 200 203 207 209 213 222 227 231 228 209 187 220 238 218 212 230 233 232 235 233 231 228 224 210 186 158 114 102 154  
202 213 213 197 199 210 219 226 228 230 231 222 201 187 222 238 221 211 225 234 235 235 235 232 227 220 206 183 161 123 140 187  
205 218 212 197 192 204 219 227 231 231 229 216 192 189 224 236 226 209 219 231 236 236 235 230 222 213 199 180 151 120 180 206  
204 232 228 203 185 196 212 223 230 232 229 213 179 193 229 239 227 209 210 229 235 236 232 225 216 207 192 175 166 167 227 204  
201 233 250 227 179 186 201 213 224 227 224 202 184 188 221 237 219 208 212 219 228 228 225 218 209 198 182 177 252 251 233 201  
197 229 246 241 181 180 192 205 218 221 220 194 169 155 191 211 186 163 197 216 227 223 219 212 202 191 177 195 249 246 229 197  
194 225 242 243 192 177 186 197 208 214 218 212 152 114 135 155 151 138 187 222 225 219 211 205 195 185 173 211 245 242 225 194  
190 222 238 240 204 178 182 191 202 212 215 216 202 187 172 160 189 204 217 224 220 213 207 201 192 184 172 219 238 238 222 190  
185 217 233 235 219 186 180 187 198 205 207 209 213 216 228 222 222 223 222 219 212 203 205 200 191 183 170 227 233 233 217 185  
180 212 229 229 224 195 181 187 196 190 192 199 188 178 187 203 184 178 187 201 184 192 206 201 191 178 181 230 229 229 212 180  
176 208 224 224 224 209 186 188 195 179 122 096 100 106 111 112 121 121 112 096 142 199 208 201 186 165 207 226 224 224 208 176  
171 203 220 219 220 216 192 188 193 199 176 126 134 148 158 158 168 163 151 161 212 212 206 195 176 169 223 220 219 219 203 171  
166 198 214 214 214 214 203 192 191 194 198 177 143 156 179 187 178 162 170 202 209 206 197 183 166 202 227 227 227 225 198 166  
162 194 210 210 210 210 207 199 189 189 193 190 170 153 149 149 152 167 192 206 207 203 189 173 159 205 224 178 178 225 194 162  
158 189 205 205 205 210 207 197 192 192 195 197 199 196 194 199 206 213 210 205 195 172 155 165 217 233 178 178 233 211 184  
153 186 202 202 201 202 210 212 203 198 195 200 207 215 224 231 232 229 220 210 194 177 154 128 220 178 178 153 153 178 178 222  
150 182 197 198 197 204 210 212 209 205 201 201 208 214 222 224 222 218 206 190 168 150 122 122 221 178 178 153 153 178 178 222  
147 179 195 195 195 205 214 214 210 206 203 203 206 209 210 210 204 198 180 166 142 124 122 122 157 205 227 178 178 228 203 175  
133 161 176 174 187 190 199 199 198 193 187 187 184 180 173 169 158 147 136 116 105 111 112 108 101 138 206 178 178 201 161 133  
117 132 142 151 160 159 166 168 168 166 157 155 154 147 134 125 115 105 091 081 082 086 083 077 071 078 168 222 222 172 132 117

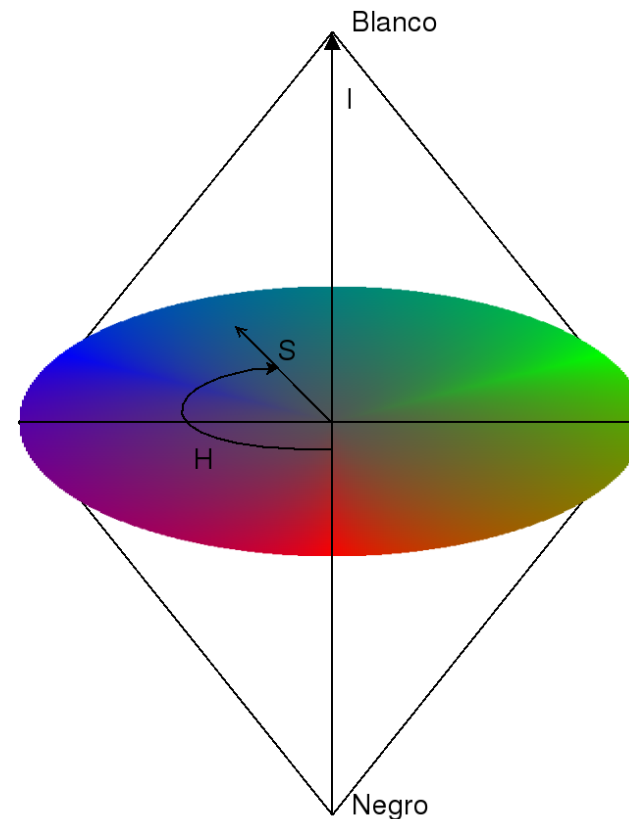
## Tratamiento digital de la señal

- Señal espacial que evoluciona en el tiempo
- Imagen como señal 2D discretizada  
Frecuencias espaciales, filtros
- Video como secuencia temporal de imágenes



## Formatos gráficos, espacios de color

- Niveles de gris
- Color, sin compresión:
  - RGB *Red, Green* y *Blue*. Es aditivo, mezclando cromaticidad e iluminación.
  - HSV (HSI, HLS...) *Hue* (tono/tinte), *Saturation* (saturación) y *Value* (intensidad)
- Con compresión (y pérdida de información): JPEG, PNG etc.

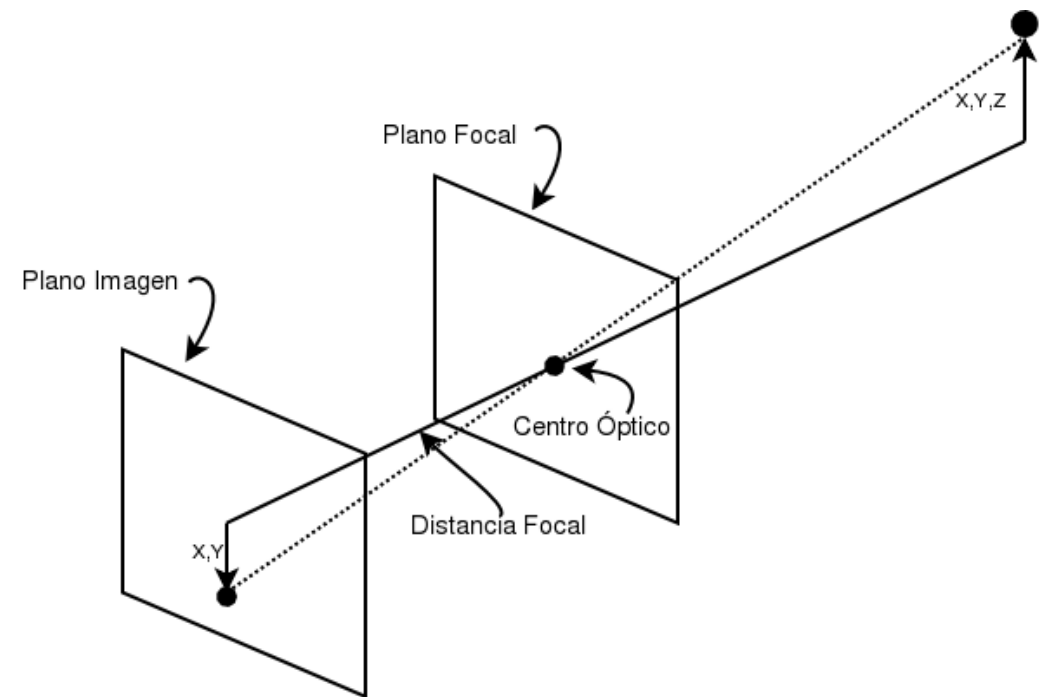


## Procesamiento visual 2D básico

- Conversión a gris
- Filtros de color
- Filtros de bordes, alta derivada espacial
- Filtros de esquinas
- Convoluciones
- Flujo óptico
- Erosión, dilatación
- Extracción de líneas: Hough, Solis...
- Imagen piramidal
- Segmentación, clustering
- Puntos de interés: SIFT, SURF, ORB...

## Modelo Pin-Hole

- Parámetros intrínsecos
  - Distancia focal
  - Centro óptico
  - Skew (distorsion...)
- Parámetros extrínsecos: posición y orientación
- Permite sacar información espacial



## Visión en robótica

- Es un sensor más: proporciona información del entorno
- Potencialmente muy rico
- MUY barato (cmos, webcam)
- Extraer información útil es complejo
- Flujo desbordante de datos
- Los robots más modernos la usan
- Requisitos: tiempo real, robustez



## Aplicaciones de visión en robots

- Navegación
- Control visual
- Mapas, reconstrucción 3D
- Autolocalización
- Entrada de parkings, reconocimiento de matrículas
- Envasado de alimentos



- GoogleCar: señales, semáforos centrado en carretera
- Humanoides
- Identificación de objetos

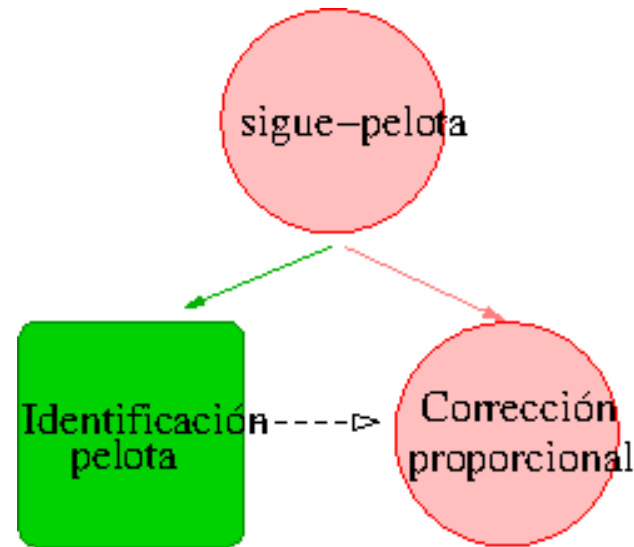


## Ejemplos de Control visual

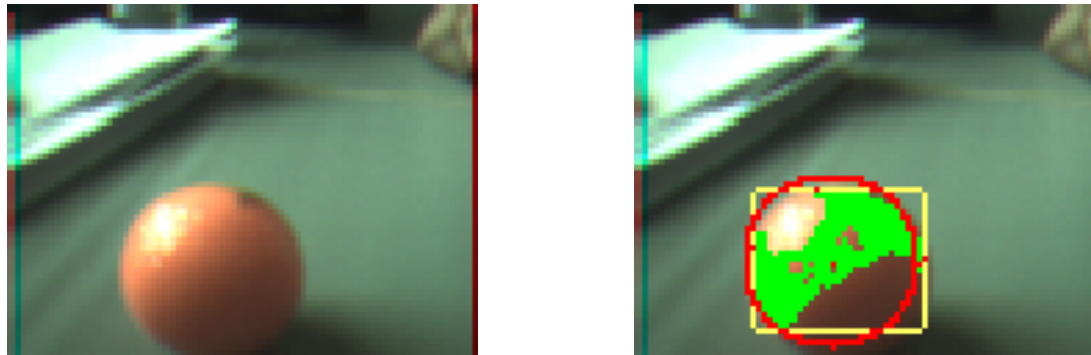
- Sigue pelota
- Sigue pared
- Sigue persona
- Sigue líneas visual
- Percepción de otro robot
- No hace falta procesamiento visual muy complicado para generar comportamiento complejo.



## Comportamiento sigue-pelota con visión

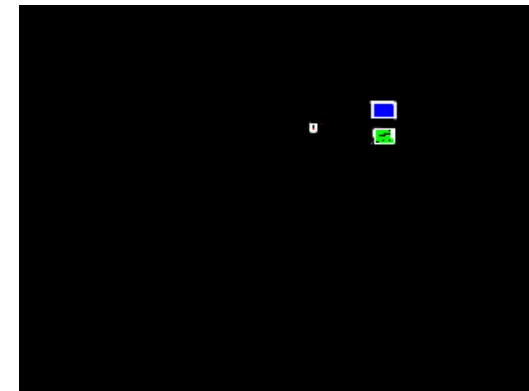
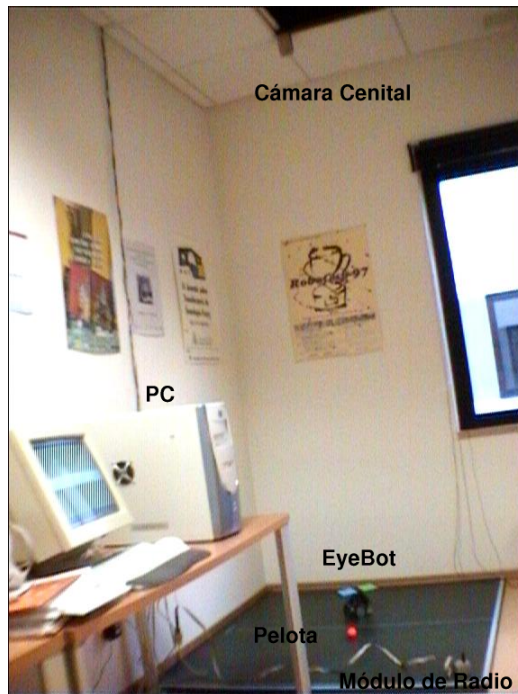


- parte perceptiva: identificar posición de pelota
- parte actuación: control corrección proporcional
- no hay estimación explícita de distancia



- filtro color
- puntos límite, aproximación de circunferencia
- Control en giro y control en avance

## Comportamiento sigue-pelota con visión cenital

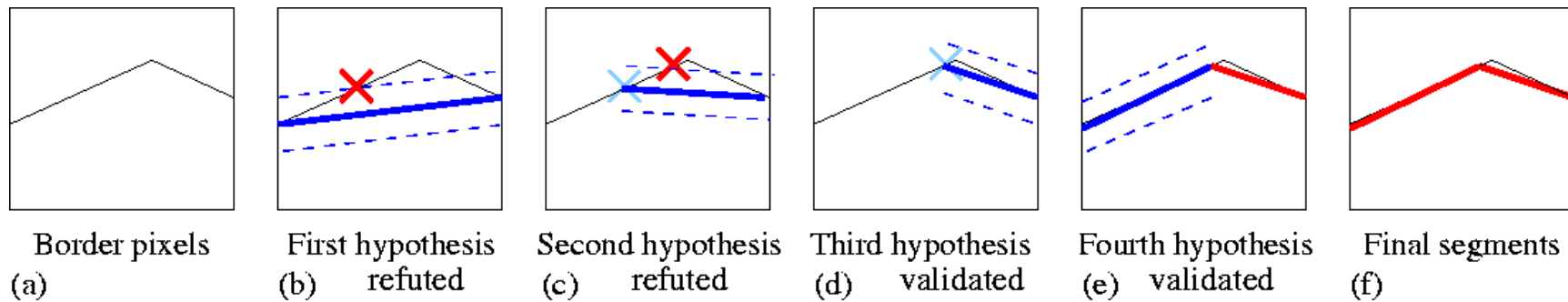


## Comportamiento sigue-pared con visión



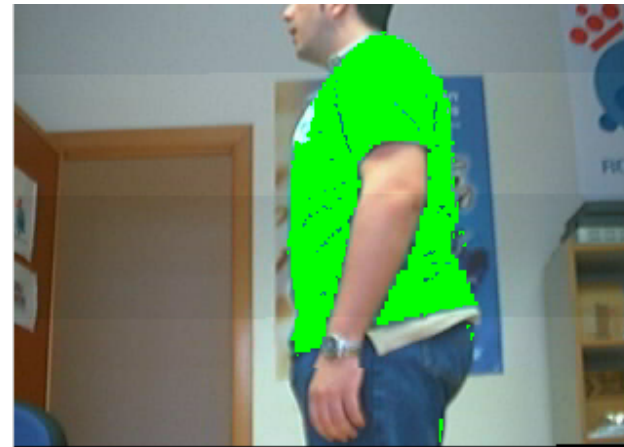
- identificar la frontera entre suelo y pared
- un esquema perceptivo y otro de actuación basado en casos
- no hay estimación explícita de distancia

## SEGMENTACIÓN EN LA IMAGEN

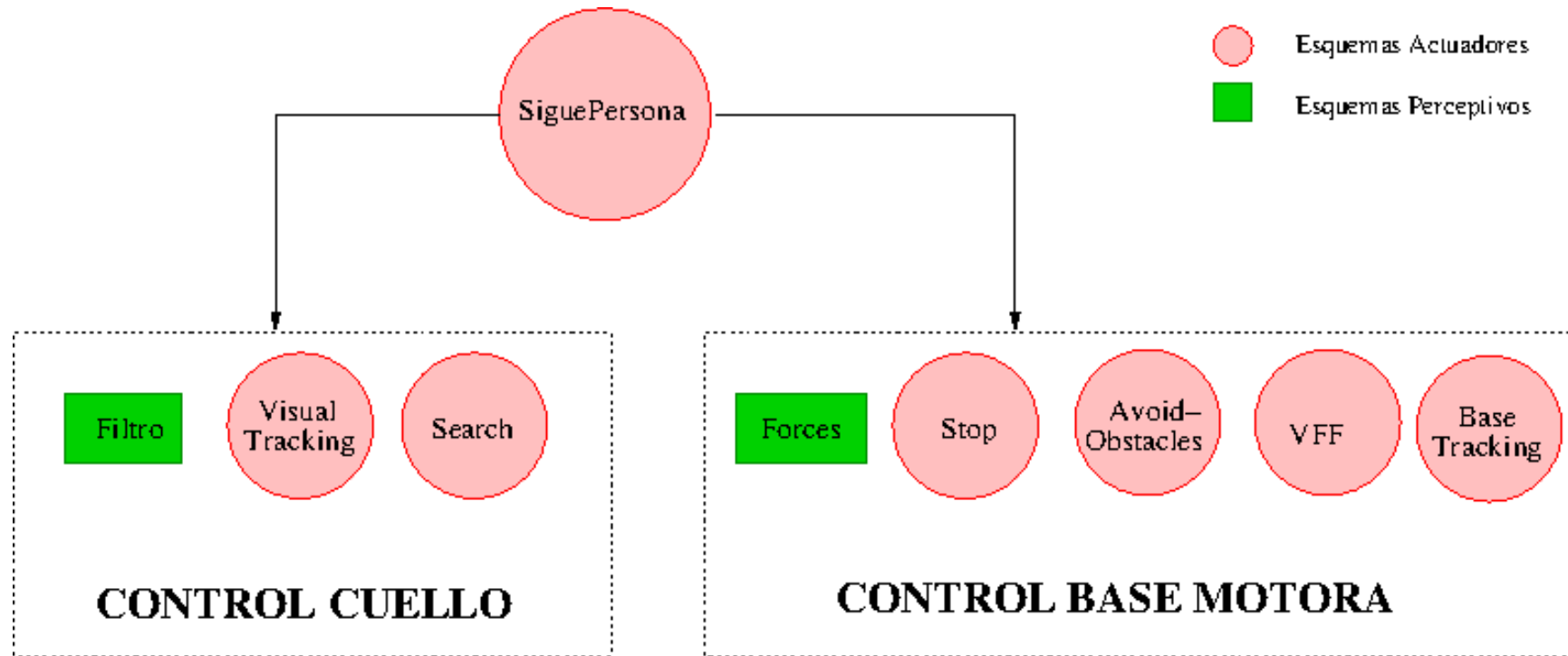


- abducir es hipotetizar:  $a \rightarrow b$
- segmentación abductiva es muy rápida

## Comportamiento sigue-persona con visión



# ¿CÓMO?



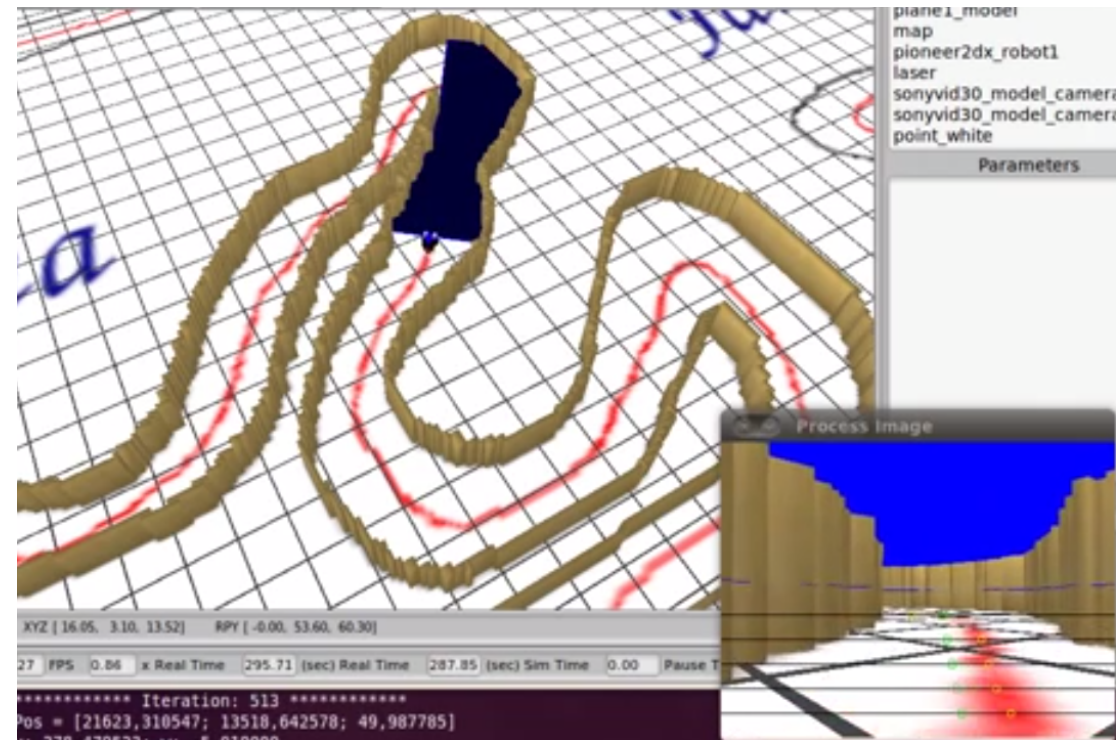


## TAMBIÉN EN EL PERRITO

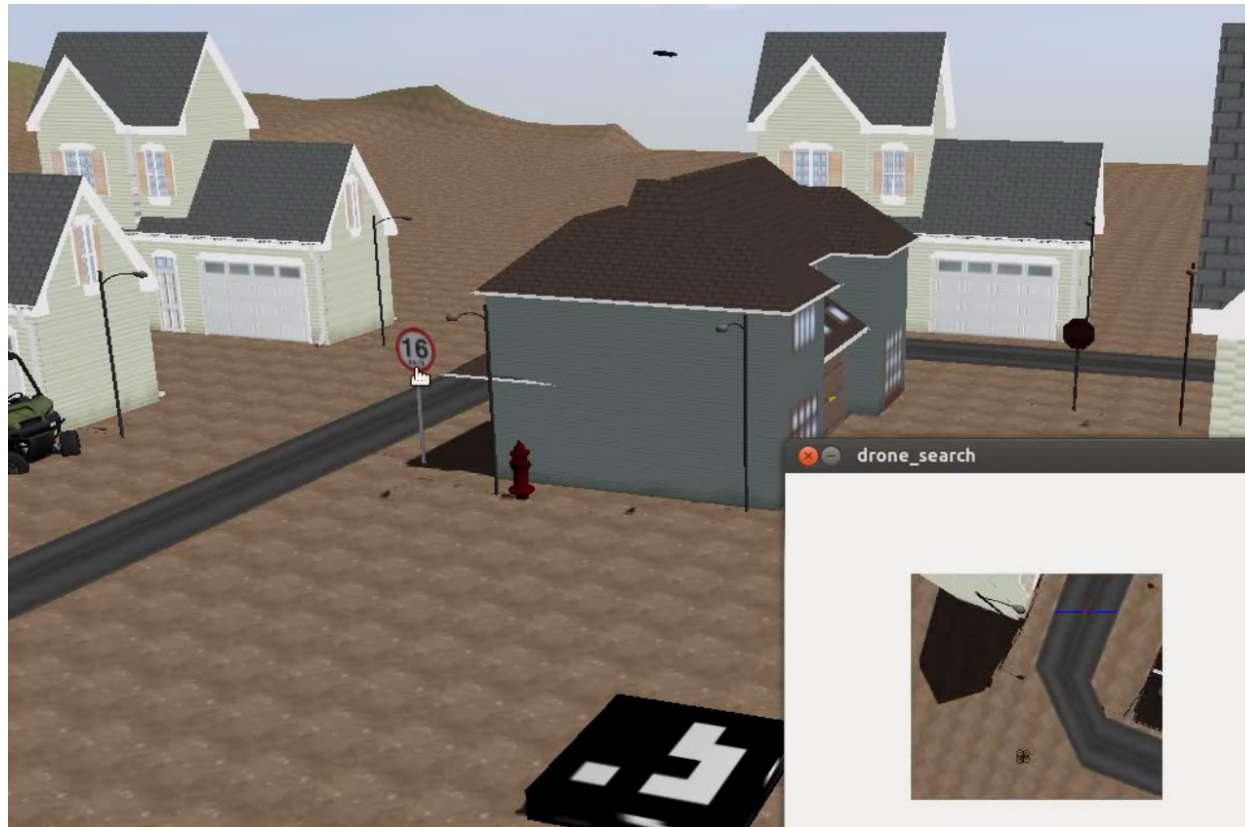


## Sigue líneas visual

- Filtro de color
- Sólo unas cuantas filas
- Línea en imagen, izquierda-derecha
- Recta o curva
- Caso no veo nada



## Sigue líneas en cuadricóptero

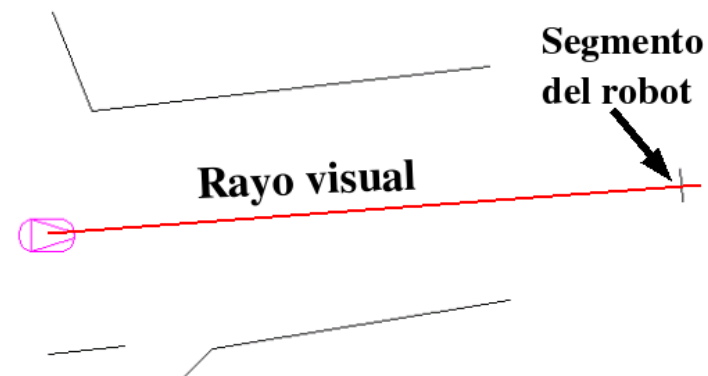
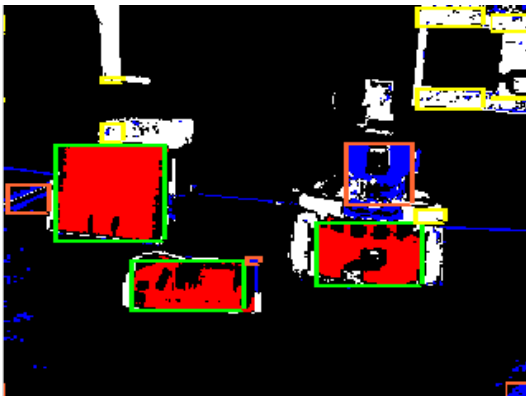
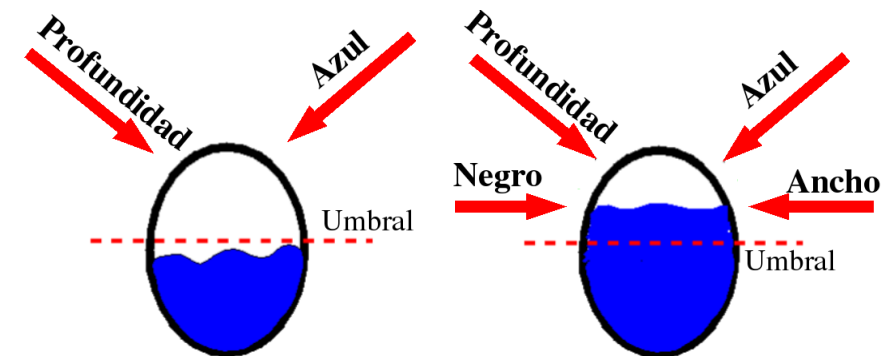


- Imágenes cámara cenital
- Carretera es el estímulo

## Percepción de otro robot

### SUMA HETEROGÉNEA DE SUBESTÍMULOS

- Mancha visual roja
- Más ancho que alto
- Mancha negra o azul encima
- Sensación de profundidad



# ES MUY ROBUSTO Y DISCRIMINANTE

